

РАСЧЁТ ЭНЕРГОЕМКОСТИ И ЭМИССИИ CO₂ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПРОЦЕССАХ ПРОИЗВОДСТВА СТАЛИ

¹ Лисиенко В.Г., ¹ Чесноков Ю.Н., ¹ Лаптева А.В.

¹ ФГАОУ ВПО Уральский Федеральный университет имени первого президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия (620002 Россия, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19), e-mail: annalapteva@mail.ru

Аннотация: Проведены сравнительные расчеты эмиссии диоксида углерода – парникового газа – при различных сочетаниях коксовых (доменная печь + конвертер, доменная печь + электродуговая печь или ЭДП) и бескоковых (HyL-3 + ЭДП, MIDREX + ЭДП, ROMELT + ЭДП, COREX + ЭДП, ЭДП на ломе) процессов производства стали. Для сравнительной оценки технологических процессов приведено ранжирование по значению сквозной интегральной эмиссии парникового газа CO₂. При производстве стали выявлены преимущества по значению эмиссии CO₂ для процессов HyL-3 + ЭДП, Midrex + ЭДП.

Ключевые слова: производство стали; парниковый газ; диоксид углерода; эмиссия диоксида углерода; передел.

CALCULATION OF POWER CONSUMPTION AND ISSUE OF CO₂ AT VARIOUS PROCESSES BY THE PRODUCTION OF STEEL

¹ Lisienko V. G., ¹ Chesnokov Y.N., ¹ Lapteva A.V.

¹ Federal public educational institution of higher education Ural federal university named after the first president of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russia (620002 Russia, Yekaterinburg, street Mira, 19), e-mail: annalapteva@mail.ru

Abstract: Comparative calculations of carbon dioxide emission - greenhouse gas at various combinations coke oven (a blast furnace – the converter, a blast furnace - the electric arc furnace or EAF) and the coke-free (HyL-3-EAF, MIDREX-EAF, ROMELT-EAF, COREX-EAF, EAF on scrap) processes for the production of steel are carried out. For comparative assessment of technological processes in the framework of the power-ecological analysis it is considered parameter of emission of CO₂ greenhouse gas. Steel production advantages CO₂ emissions when using processes of HyL-3 + EAF, Midrex + EAF are revealed.

Key words: photo video camera, gyroscope, accelerometer, MEMS – technology, suspension, managing MK Atmega 328p, PID – controller, PWM – modulation, filtering.

Введение

В связи с борьбой мирового сообщества с парниковым эффектом президент Российской Федерации В. Путин от 30 сентября 2013 г. издал указ №752 «О сокращении выбросов парниковых газов». Это делает актуальным проведение сравнительного анализа различных процессов производства стали с целью сопоставления уровня сквозной эмиссии парникового газа CO₂ (так называемого «углеродного следа»).

Основная часть

В процессах черной металлургии в основном образуются два парниковых газа: метан CH_4 и диоксид углерода CO_2 . Метан является частью вторичных энергетических ресурсов (ВЭР) и сгорает при их использовании до CO_2 . Диоксид углерода образуется во всех технологических процессах металлургии при сжигании топлива, выгорании углерода из полуфабриката, разложении составляющих флюсов. Различные технологические схемы характеризуются разными объемами образования диоксида углерода. Понятие углеродного следа сведем к интегральной (итоговой) сквозной эмиссии диоксида углерода МС. Сквозной эмиссия названа потому, что она является суммой эмиссий CO_2 , которые последовательно возникают во всех процессах технологической цепи, начиная с добычи сырья и кончая тем продуктом, для которого эта эмиссия определяется. Она является суммой итоговой эмиссии CO_2 процесса МП и транзитной МТ. Транзитная эмиссия определяет долю от суммарной массы эмиссии диоксида углерода, образованного в предыдущих процессах. Интегральная эмиссия процесса МП определяется по количеству полностью сгоревшего углерода в процессе в предположении, что ВЭР, образованные в этом процессе, используются полностью в этом же процессе (для производства электроэнергии, кислорода и т. п.). В этой связи вся масса диоксида углерода, полученного от сгорания топлива, например, в доменной печи, в воздухонагревателях, в котлах местных электростанций отнесена к доменной печи (чугуну). Эта масса и эмиссии МТ, МС названы итоговыми или интегральными. Для исключения двойного счета эмиссии диоксида углерода при расчете эмиссии в доменном процессе исключены эмиссии от производства электроэнергии, например, для получения кислорода, обеспечения дутья и т.п. Методики расчета эмиссий CO_2 для различных цепей переделов приведены в литературе [1 – 3].

Исследованы коксовые и бескоксовые процессы. На выходе всех исследованных переделов для сравнимости принят один продукт – сталь, выплавляемая в электродуговых печах (ЭДП). Были проанализированы следующие цепочки технологий (переделов): ДП + ЭДП; Corex + ЭДП; Ромелт + ЭДП; Midrex + ЭДП; Hyl-3 + ЭДП.

В табл. 1 [4] технологические цепи расположены по увеличению значений эмиссии CO_2 . Как видим, наиболее приоритетными процессами по значению являются переделы Hyl-3 + ЭДП, Midrex + ЭДП.

Таблица 1. Значения эмиссий диоксида углерода в различных сочетаниях металлургических переделов производства стали

Ранг переделов	Процесс	Эмиссия CO_2 (Э) на т продукции	
		Сквозная, кг	Объемная, м^3
1	Hyl-3 + ЭДП	1125	569
2	Midrex + ЭДП	1224	619
3	ДП + ЭДП	1434	725
4	Ромелт + ЭДП	2004	1015
5	Corex + ЭДП	2018	1021
6	ДП + конвертер	2307	1167

Заключение

1. Найдена оценка сквозной эмиссии CO₂ при производстве стали для коксовых и бескоковых процессов черной металлургии. При производстве стали выявлены преимущества по минимальной эмиссии CO₂ для тандемов процессов НуL-3 + ЭДП, Midrex + ЭДП.
2. Приоритетными по выбросу парниковых газов являются процессы, не связанные с использованием каменного угля и чугуна в шихте ЭДП.

Список литературы

1. Чесноков Ю.Н. Математические модели косвенных оценок эмиссии CO₂ в некоторых металлургических процессах / Ю.Н. Чесноков, В.Г. Лисиенко, А.В. Лаптева // Сталь, 2011. № 8. С. 74 – 77.
2. Чесноков Ю.Н. Математические модели косвенных оценок эмиссии CO₂ в некоторых металлургических процессах / Ю.Н. Чесноков, В.Г. Лисиенко, А.В. Лаптева // Металлург, 2011. № 8. С. 74 – 77.
3. Чесноков Ю.Н. Разработка графов эмиссии диоксида углерода металлургическими предприятиями / Ю.Н. Чесноков, В.Г. Лисиенко, А.В. Лаптева // Металлург, 2012, № 12. С. 34 – 37.
4. Лисиенко В. Г. Анализ энергоемкости и эмиссии CO₂ при различных сочетаниях коксовых и бескоковых процессов с производством стали / В.Г. Лисиенко, Ю.Н. Чесноков, А.В. Лаптева // Металлург, 2015, № 6. С. 34 – 37.

References

1. Chesnokov Yu.N. Mathematical models of indirect estimates of issue of CO₂ in some metallurgical processes / Yu.N. Chesnokov, V.G. Lisienko, A.V. Lapteva // Steel, 2011. No. 8. P. 74 – 77.
2. Chesnokov Yu.N. Mathematical models of indirect estimates of issue of CO₂ in some metallurgical processes / Yu.N. Chesnokov, V.G. Lisienko, A.V. Lapteva // Metallurgist, 2011. No. 8. P. 74 – 77.
3. Chesnokov Yu.N. Development of counts of emission of carbon dioxide by the metallurgical enterprises / Yu.N. Chesnokov, V.G. Lisienko, A.V. Lapteva // Metallurgist, 2012, No. 12. P. 23 – 26.
4. Lisienko V.G. The analysis of power consumption and issue of CO₂ at various combinations coke and the coke-free of processes with production of steel / V.G. Lisienko, Yu.N. Chesnokov, A.V. Lapteva // Metallurgist, 2015, No. 6. P. 34 – 37.